

(Revenue stamp)

(2,000 yen)

Patent Application (36)

September 7, 1973

To: Chief Commissioner of Japan Patent Office

1. Title of the Invention

Halftone display method for electrophoresis displays.

2. Inventor

Address: c/o Matsushita Electric Industry Co., Ltd.
1006, O'aza Kadoma, Kadoma City, Osaka
Name: Masami Yoshiyama (and another)

3. Patent Applicant

Address: 1006, O'aza Kadoma, Kadoma City, Osaka
Title: (582) Matsushita Electric Industry Co., Ltd.
Representative: Masaharu Matsushita

4. Agent

Address: c/o Matsushita Electric Industry Co., Ltd.
1006, O'aza Kadoma, Kadoma City, Osaka 571
Name: (5971) Toshio Nakao, Patent Attorney (and another)
[Contact: Tel. (Tokyo) 453-3111 Patent Branch Office]

5. Catalog of Attached Documents

- | | |
|-------------------------|---|
| (1) Specification | 1 |
| (2) Drawings | 1 |
| (3) Letters of attorney | 1 |
| (4) Copy of application | 1 |

(19) Japan Patent Office

Laid-Open Patent Application

(11) Patent Publication No.: Sho 50-51695

(43) Publication Date: May 8, 1975

(21) Patent Application No.: Sho 48-101369

(2) Application Date: September 7, 1973

Examination request: Not requested (Altogether 4 pages)

Internal Classification No. 7013 54 6376 54 7247 23 7170 59

(52) Japanese Classification

101 E9
97(5) F0
101 E5
103 K0

(51) Int. Cl.²

G09F 9/30
H04N 5/66
G03G 17/00

Specification

1. Title of the Invention

Halftone display method for electrophoresis displays.

2. Scope of Patent Claims

A halftone display method for electrophoresis displays characterized by the fact that a plurality of micropixel pieces comprising a dispersion system for electrophoresis display are gathered to construct one pixel, a plurality of which are arranged in a matrix shape, and each of the pixels displays halftones by combining the bright and dark states of the micro-pixel pieces.

3. Detailed Explanation of the Invention

The present invention relates to a halftone display method for electrophoresis displays, and has a its objective to realize a simple and multiple-grayscale halftone display.

Microscopic solid particles dispersed in a liquid have an electric dual layer formed on the boundary of the liquid phase and the solid phase, the microscopic solid particles normally being positively or negatively charged. If an electric field is charged in such a state, the charged microscopic solid particles are moved in the liquid by the electric field. The phenomenon of charged particles dispersed in a liquid moving in the liquid by receiving the action of an electric field is called electrophoresis, and has been known for a long time. An electrophoresis display is a reflection-type display utilizing this phenomenon.

In a conventional electrophoresis display, utilized is a fact that when a voltage is charged to a dispersion system for an electrophoresis display between a pair of electrodes, at least one of which is transparent, the color of the reflection of the dispersion system changes as a result of the electrophoresis. Such an electrophoresis display was described in the electronics journal "Electronics" Vol. 16, No. 1, pages 33-36, and it is well known that it is possible to display numbers, characters, figures, etc. by configuring the electric field in an appropriate shape. The display color in this device is mainly determined by the colors of a colored liquid dispersion medium and pigment particles constituting the dispersion system for the electrophoresis display. For example, when using a dispersion system in which white pigment particles are dispersed in a black liquid dispersion medium colored with a dye, the display color becomes black or white color. Displaying their halftones is then realized by a method of charging a voltage of an appropriate frequency or varying the voltage charged. However, in such a method, the number of displayable grayscales is small, making it difficult to display images with grayscales rich in variation.

The electrophoresis display of the present invention is constituted of an electrophoresis matrix-shape display panel and its driving device. Each pixel of the matrix-shape panel comprises a plurality of micropixel pieces, and the light-reflecting area, namely the reflected light intensity of each pixel, is varied according to signals by combining the bright and dark states of the micropixel pieces, realizing visual halftones with a phenomenon similar to that of dot photos in printing, etc.

Shown in Fig. 1 is the matrix-shape display panel. In the figure, 1 and 2 are glass substrates, 3 is a spacer, and 4 and 5 are the X electrode group X_1, \dots, X_m , and the Y electrode group Y_1, \dots, Y_n .

The X electrode group and the Y electrode group intersect with each other perpendicularly, maintaining an electrode interval of normally 50~100 μm by a spacer 3, between which an electrophoresis display dispersion system 6 is injected and sealed. At least one of the X electrode group and Y electrode group, for example the X electrode group, needs to be transparent, and is made in the shape of parallel bands by photo-etching tin oxide or indium oxide attached to the glass substrate 1. The other electrode group, for example the Y electrode group, may be constituted as an opaque electrode group by vapor deposition or printing aluminum on the glass substrate 2. It is assumed, for example, in the electrophoresis display dispersion system 6 that white pigment particles such as titanium oxide are dispersed in a black liquid dispersion medium dyed with a dye and that the white pigment particles are positively charged. In order for the white pigment particles to prevent precipitation and condensation in the liquid dispersion medium, it is desirable that their surfaces be coated with a resin etc., making the relative specific gravity the same as the specific gravity of the liquid dispersion medium.

An electrophoresis matrix-shape display panel made in this way has a pixel formed in each position of intersections between the X electrode group and the Y electrode group. If it is assumed that a voltage is charged between a pair of X and Y electrodes, X_i and Y_j , so that the Y_j electrode becomes positive and the X_i electrode negative, positively-charged white pigment particles in the pixel P_{ij} section have electrophoresis toward the direction of the X_i electrode and eventually adhere there. In this state, because the display color of the pixel P_{ij} section seen from the transparent X electrode side looks white, which indicates that it has been written in the bright state. Conversely, if a voltage is charged in the opposite direction, because the white pigment particles have electrophoresis in the Y_j electrode direction and are hidden by the black liquid dispersion medium, the display color of the pixel P_{ij} section looks black, which indicates that it has been erased into the dark state. In this way, the bright state is written to or erased from the pixel P_{ij} depending on a positive or negative signal voltage. In either case, because each white pigment particle which is once adhered to an electrode will stay there for a long time, even after the voltage is removed, the display state of bright or dark is memorized as it is.

In this matrix-shape display panel, each pixel is further constituted of a plurality of micropixel pieces, the details of which are shown in Fig. 2. Here, micropixel pieces P_{11} , P_{12} , P_{21} , and P_{22} are formed by two X electrodes, X_{i1} and X_{i2} and two Y electrodes, Y_{j1} and Y_{j2} at their intersections, and one pixel P_{ij} is constituted of these four micropixel pieces. When write signals and erase signals are charged through two electrodes, each of X and Y, the bright/dark states of the four micropixel pieces change, and the reflected light intensity from the pixel is approximately proportional to the collective area of the micropixel pieces in the bright state. By arranging a large number of such pixels in a matrix shape at a high density and controlling the intensity of reflected light from each pixel according to the signal voltage, multiple stages of halftone can be obtained.

In Fig. 2a, four micropixel pieces are formed with the same area, and five stages of grayscale can be displayed by combinations of the bright/dark states of these micropixel pieces. Displaying more stages of grayscale becomes possible by giving real weight to the micropixel pieces rather than forming them with the same area, having them approach the visual characteristics of the human eye. Shown in Figs. 2b and 2a are examples of forming the area ratios of the micropixel pieces as 1:2:2:4 and 1:2:4:8 by changing the widths and shapes of the X and Y electrodes. Grayscale display of 10 stages is possible with the configuration in Fig. 2b, and that of 16 stages in Fig. 2a.

Although shown in Fig. 2 are examples wherein the pixel comprises four micropixel pieces, and the shape of the smallest pixel piece is square or rectangle, the present invention is not limited to these.

Figure 3 is a block diagram for displaying images containing halftone using the electrophoresis matrix-shape display panel. In the figure, indicated as 11 is a matrix-shape display panel, wherein each pixel is constituted of four micropixel pieces of two X electrodes X_{i1} and X_{i2} and two Y electrodes Y_{j1} and Y_{j2} as shown in Fig. 2. Indicated as 12 and 13 are electrode selection/driving circuit for the X axis and the Y axis, respectively, in which 14 is an image signal generation circuit which generates a necessary image signal for displaying onto the matrix-shape display panel 11, and 15 is a control signal generation circuit for generating control signals such as the X synchronization signal and the Y synchronization signal necessary for displaying according to the image signal.

In the X electrode selection/driving circuit 12, X electrodes to be scanned is selected in order from X_{i1} in synchronization with the X synchronization signal generated in the control signal generation circuit. For example, when an electrode X_{i1} is scanned, an X driving pulse signal as shown in Fig. 4a is supplied to the electrode X_{i1} by the corresponding erasure and write driving circuit E_{i1} and W_{i1} . On the other hand, in the Y electrode selection/driving circuit 13, a Y electrode to be scanned is selected according to the image signal from the image signal generation circuit 14 and the Y synchronization signal from the control signal generation circuit 15. For example, when an electrode Y_{j1} is scanned, a Y driving pulse signal as shown in Fig. 4b is supplied to an electrode Y_{j1} from the Y electrode selection/driving circuit 13.

The X driving pulse signal comprises an erase pulse P_1 and a write pulse P_2 as shown in Fig. 4a, and their amplitude ratio is set to 2:1 for example, and their polarities are opposite to each other. Also, as shown in Fig. 4b, the Y driving pulse signal is superimposed with a Y write pulse P_3 which synchronizes and has the same polarity of amplitude with the X write pulse of the X driving pulse when displaying a bright state, and no Y write pulse is contained when displaying a dark state. While both X and Y driving pulses are supplied at the same time to a micropixel piece to be scanned, first an erase action is performed by the erase pulse to a dark state once, and subsequently a write action to a bright state is performed by the write pulse. No write action is performed on the micropixel pieces displaying a dark state. The bright state and dark state of scanned micropixel pieces are retained by the memory characteristic mentioned above until another scan is performed. In this way, micropixel pieces of the matrix-shape display panel are scanned in order from the upper left toward the lower right to complete a frame scan of all pixels. Although stated above is the dot-sequential scan similar to the case of television image display using a cathode-ray tube, the fact that the line-sequential scan and the random scan are also possible is similar to the case of other matrix-shape display panels such as EL and plasma. Because electrophoresis matrix-shape display panels are superior in memory characteristics, power consumption can be reduced by scanning just one frame only when the image is updated and otherwise performing display by the memory function without scanning.

As explained above, according to the halftone display method for the electrophoresis display of the present invention, because it employs a matrix-shape display panel having pixels comprising a plurality of micropixel pieces, and because the reflection intensity of each pixel is controlled by a combination of bright and dark states of the micropixel pieces, multiple-stage grayscale display is possible, and further giving real weight to the micropixel pieces allows a grayscale display of even more stages which is consistent with the visual characteristics of the human eye. Also, because each pixel needs only a binary action of bright and dark states, there are advantages such

that the scan driving circuit can be constituted relatively simple with only a digital circuit, making it easy to convert the circuit into an IC, thus its practical effect is large.

4. Brief Explanation of the Drawings

Figure 1 is an essential-part cut-out constitution figure of the electrophoresis matrix-shape display panel.

Fig. 2 a, b, c similarly show constitution examples of the pixel with micropixel pieces of the panel.

Fig. 3 is a scan driving block diagram by the halftone display method for electrophoresis displays of the present invention, and Fig. 4 is a waveform diagram showing X and Y driving pulse signals in the same display method.

Name of Agent: Toshio Nakao, Patent Attorney and another

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

6. Inventors and Agents Other Than the Above

(1) Inventor

Address: c/o Matsushita Electric Industry Co., Ltd.
1006, O'aza Kadoma, Kadoma City, Osaka
Name: Mitsuharu Tsuchiya

(2) Agent

Address: c/o Matsushita Electric Industry Co., Ltd.
1006, O'aza Kadoma, Kadoma City, Osaka
Name: (6152).Shigetaka Awano, Patent Attorney



特 許 願 (36)

昭和 48 年 9 月 7 日

特許庁長官殿

1 発 明 の 名 称

電気泳動表示装置の中間調表示方式

2 発 明 者

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
松下電器産業株式会社内
氏 名 松 下 正 治
(ほか1名)

3 特 許 出 願 人

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
名 称 (582) 松下電器産業株式会社
代 表 者 松 下 正 治

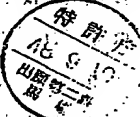
4 代 理 人

T 571
住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
松下電器産業株式会社内
氏 名 (5971) 井理士 中 尾 敏 男
(ほか1名)

(連絡先: 電話(06)453-3111 特許部分室)

5 添付書類の目録

- | | |
|-----------|-----|
| (1) 明 細 書 | 1 通 |
| (2) 図 面 | 1 通 |
| (3) 委 任 状 | 1 通 |
| (4) 特許料 | 1 通 |



①9 日本国特許庁

公開特許公報

①特開昭 50-51695

④3公開日 昭50.(1975) 5. 8

②特願昭 48-101369

②出願日 昭48.(1973) 9. 7

審査請求 未請求 (全4頁)

庁内整理番号 7013 54

6376 54 7247 23

7170 59

⑤2日本分類

101 E9
97B F0
101 E5
103 K0

⑤1 Int.Cl?

G09F 9/30
H04N 5/66
G03G 17/00

中に分散された荷電粒子が電界の作用を受けて液体中を移動する現象は電気泳動と呼ばれ古くから知られている。電気泳動表示装置はこの現象を利用した反射形の表示装置である。

従来の電気泳動表示装置においては、少なくとも一方が透明な一対の電極の間に電気泳動表示用分散系をはさんで電圧を印加したとき、電気泳動の結果として分散系の反射色が変化することを利用して、このような電気泳動表示装置については、すでに電子雑誌「エレクトロニクス」第1巻、第1号、53-56頁に述べられており、電極を適当な形に構成することにより数字、文字、図形などの表示が可能であることはよく知られている。この装置における表示色は主として電気泳動表示用分散系を構成する着色液体分散媒および顔料粒子の色によって決定される。たとえば染料で着色された黒色液体分散媒中に白色顔料粒子を分散した分散系を使用した場合には、表示色は黒色あるいは白色に表示される。そして、その中間色の表示はたとえば適当な周波数の交差を印加す

明 細 書

1. 発 明 の 名 称

電気泳動表示装置の中間調表示方式

2. 特 許 願 文 の 題 意

電気泳動表示用分散系よりなる微小顔料片を複数個集合させてひとつの顔料を構成し、上記顔料の複数個をマトリクス状に配列し、上記顔料のそれぞれは上記微小顔料片の別個表示状態を組合せることにより中間調を表示することを特徴とする電気泳動表示装置の中間調表示方式。

3. 発 明 の 詳 細 な 説 明

本発明は電気泳動表示装置の中間調表示方式に関するものであり、その目的とするところは簡単にして多数階の中間調の画像表示を実現することにある。

液体中に分散された微小固体粒子は液体と固体との境界面において電気的二重層が形成され、微小固体粒子は通常正または負に帯電している。このような状態で電界を印加するとき、帯電微小固体粒子は電界により液体中を移動する。この液体

るか、あるいは印加電圧を変化するという方法により実現される。ところが、上述のような方法では表示可能な階調数が少なく、変化に富んだ階調の画像表示は難しいものであった。

本発明による電気泳動表示装置は電気泳動マトリクス形表示パネルとその駆動装置より構成される。マトリクス形パネルの各像素はそれぞれ複数の微小像素片よりなり、それらの微小像素片の明かよび暗状態を組合せることにより各像素の光の反射面積したがつて反射光強度を信号に応じて変化させ、印刷などにかける網点等と同様な事象で視覚的に中間調を再現するものである。

第1図は上記マトリクス形表示パネルを示す。図において、1および2はガラス基板、3はスペーサ、4および5はそれぞれX電極群 X_1, \dots, X_m およびY電極群 Y_1, \dots, Y_n である。

上記X電極群およびY電極群はたがいと直交してスペーサ3により通常50~100ミクロンの電極間隔を保持し、その間に電気泳動表示用分散系を投入密封している。上記X電極群およびY電

X電極の方向にむかって電気泳動し、ついにそこに付着する。この状態において透明X電極側から見た像素 P_{ij} の部分の表示色は白色に見えるので、明るい状態に書き込まれたことになる。反対に逆方向の電圧が印加された場合には、白色顔料粒子はY電極方向に移動し黒色液体分散媒にかくされるので、像素 P_{ij} の部分の表示色は黒色に見え、暗い状態に消去されたことになる。かくして像素 P_{ij} に明るい状態が信号電圧の正負により書き込まれ、あるいは消去される。いずれの場合もいったん電極に付着した白色顔料粒子は電圧が取りさられた後もそのまま長時間そこに止まるので、明暗の表示状態はそのままメモリされる。

本マトリクス形表示パネルにおいてはさらに各像素が複数の微小像素片より構成されており、その詳細を第2図に示す。ここに、2本のX電極 X_{11}, X_{12} および2本のY電極 Y_{11}, Y_{12} によりそれらの交点において微小像素片 $P_{11}, P_{12}, P_{21}, P_{22}$ が形成され、これらの4つの微小像素片により1つの像素 P_{ij} が構成されている。X, Yそれぞれ

電極の少くとも一方たとえばX電極群は透明であることが必要であり、上記ガラス基板1に付けられた酸化すゝあるいは酸化インジウム膜をフットエッチングして平行帯状に作られる。他方の電極群たとえばY電極群はガラス基板2の上にアルミニウムを蒸着あるいは印刷などにより不透明電極群として構成して差支えない。電気泳動表示用分散系はたとえば染料で染色された黒色液体分散媒中に酸化チタンのような白色顔料粒子が分散され、白色顔料粒子は正に帯電しているものとする。白色顔料粒子は液体分散媒中における沈降、凝集を防止するため、その表面を樹脂などでコートし、相対的な比重が液体分散媒の比重と同じであることが望ましい。

このようにして作られた電気泳動マトリクス形表示パネルはX電極群およびY電極群の交点の位置においてそれぞれ像素が形成されている。いま一組のX, Y電極 X_i, Y_j の間にY電極が正、X電極が負となるように電圧が印加されるとき、正に帯電した白色顔料粒子は像素 P_{ij} の部分において

2本の電極を通して書き込み、消去信号を加えるとき、4つの微小像素片の明暗状態が変化し、像素からの反射光強度はほぼ明るい状態の微小像素片の集合面積に比例する。このような像素をマトリクス状に高密度に多数配列して、各像素からの反射光の強度を信号電圧に応じて制御することにより多段階の中間調を得ることが出来る。

第2図aにおいては4つの微小像素片は同一面積に形成され、これらの微小像素片の明暗状態の組合せにより8段階の階調が表示できる。微小像素片は同一面積に形成するよりもむしろ面積的に重みづけする方がより多段階の階調表示が可能になり、人間の目の視覚特性により接近させることができる。第2図b, cはX, Y電極の幅および形をかえることにより微小像素片の面積比をそれぞれ1:2:2:4および1:2:4:8に形成させた例である。第2図bの構成で10段階、cでは18段階の階調表示が可能である。第2図では像素は4つの微小像素片よりなり、また微小像素片の形は正方形または長方形の例を示している。

BEST AVAILABLE COPY

が、本発明はこれらに限定されるものではない。

第3図は前記電気泳動マトリクス形表示パネルにより中間調を含む画像を表示するためのブロックダイアグラムである。図に於いて、11はマトリクス形表示パネルで、各像素は第2図に示したような2つのX電極 X_{11} 、 X_{12} および2つのY電極 Y_{11} 、 Y_{12} により4つの最少像素片で構成されている。12および13はそれぞれXおよびY軸の電極選択駆動回路、14はマトリクス形表示パネル11に表示するために必要な映像信号を発生する映像信号発生回路、15は映像信号に従ってX同期信号、Y同期信号などの表示に必要な制御信号を発生するための制御信号発生回路である。

X電極選択駆動回路12に於いては制御信号発生回路15で発生されたX同期信号に同期して、走査されるべきX電極が X_{11} から順次選択される。たとえば、 X_{11} 電極が走査されるときには対応する消去、書き込駆動回路 X_{11} 、 Y_{11} により第4図aに示すようなX駆動パルス信号が X_{11} 電極に供給される。一方、Y電極選択駆動回路13に於いて

は映像信号発生回路14からの映像信号と制御信号発生回路15からのY同期信号に応じて走査すべきY電極が選択される。たとえば Y_{11} 電極が走査されるときにはY電極選択駆動回路13より Y_{11} 電極に第4図bに示すようなY駆動パルス信号が供給される。

X駆動パルス信号は第4図aに示すように消去パルス P_1 および書き込パルス P_2 よりなり、その振巾比はたとえば2:1に設定され、極性はたがいに対立である。またY駆動パルス信号は第4図bに示すように明るい状態を表示するときにはX駆動パルスのX書き込パルスと同期してそれと振巾が同じ極性のY書き込パルス P_3 が重畳され、暗い状態を表示するときにはY書き込パルスは含まれない。走査される最少像素片には上述のようにXおよびYの駆動パルスが同時に供給されるが、まず消去パルスによりいったん暗い状態への消去動作が行われ、続いて書き込パルスによる明るい状態への書き込動作が行なわれる。暗い状態での表示の最少像素片に対しては書き込みは行なわれない。走査され

た最少像素片の明るい状態および暗い状態はすでに述べたメモリ特性により再び走査が行なわれるまで保持される。かくしてマトリクス形表示パネルの各最少像素片は左上から順次右下に向って走査され、全像素のフレーム走査は完了する。以上はブラウン管によるテレビジョン画像表示の場合と同様を点順走査について述べたが、線順次走査、ランダム走査も可能であることは言うまでもなく、プラズマなど他のマトリクス形表示パネルに於けると同様である。電気泳動マトリクス形表示パネルはメモリ特性がすぐれているので、画像が更新されたときのみ1フレームだけ走査して、他の時間は無走査でメモリ機能により表示を行なうことにより消費電力を低減することができる。

以上説明したように本発明の電気泳動表示装置の中間調表示方式によれば、複数個の最少像素片よりなる像素を有するマトリクス形表示パネルにより、かつその最少像素片の明暗状態の組合せにより各像素の反射強度を制御するので多段階の階調表示が可能であり、さらに最少像素片を画素的

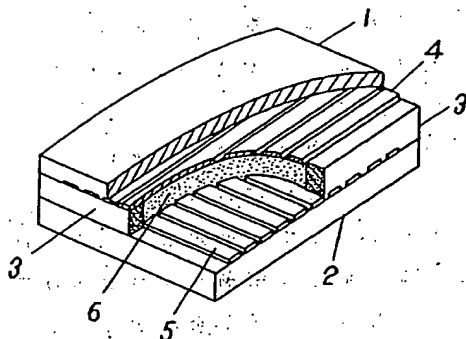
に重みづけることにより、より多段階の人間の目の視覚特性に合った階調表示が可能である。また各像素は明暗状態の二値動作でよいので走査駆動回路は比較的簡単にデジタル回路のみで構成でき、回路のIC化が容易であるなどの利点があり、その実用上の効果は大なるものがある。

4. 図面の簡単な説明

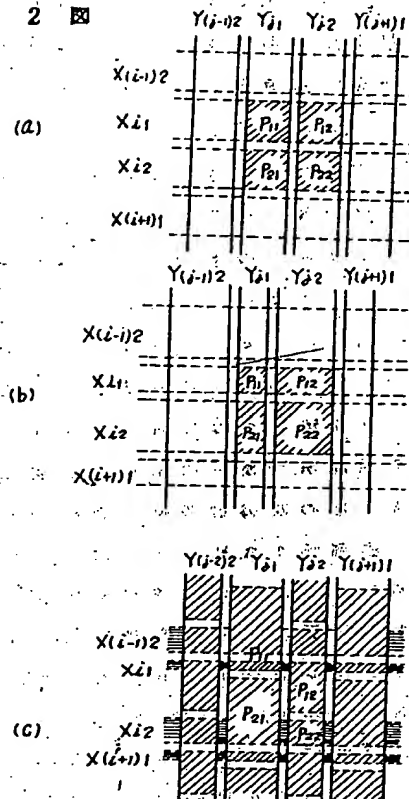
第1図は電気泳動マトリクス形表示パネルの要部切欠構成図、第2図a、b、cは同じくパネルの最少像素片による像素の構成例を示す図、第3図は本発明の電気泳動表示装置の中間調表示方式による走査駆動ブロックダイアグラム、第4図は同表示方式におけるXおよびY駆動パルス信号を示す波形状図である。

代理人の氏名 弁護士 中尾 敏 男 はか1名

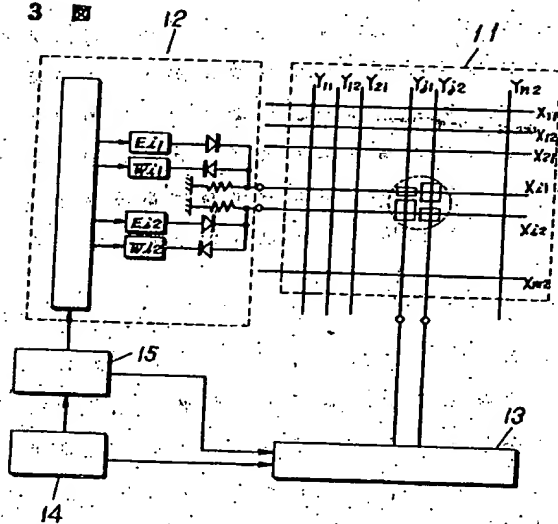
第 1 図



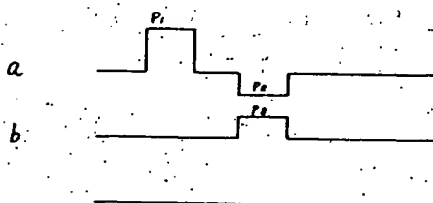
第 2 図



第 3 図



第 4 図



6. 前記以外の発明者および代理人

(1) 発 明 者

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社 内 務 課 長 土 屋 重 孝

(2) 代 理 人

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社 内 務 課 長 6152 弁理士 栗 野 重 孝